

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

(11) Nº de publication : 2 807 527
 (à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)
 (21) Nº d'enregistrement national : 00 04450
 (51) Int Cl⁷ : G 03 B 37/04, G 09 B 9/32

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 07.04.00.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : MALLET BERNARD — FR.

(72) Inventeur(s) : MALLET BERNARD.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.10.01 Bulletin 01/41.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

(54) DISPOSITIF DE RESTITUTION VISUELLE GRANDS CHAMPS TROIS FENETRES.

(57) Dispositif de restitution visuelle grands champs 3 fenêtres 3 fenêtres.

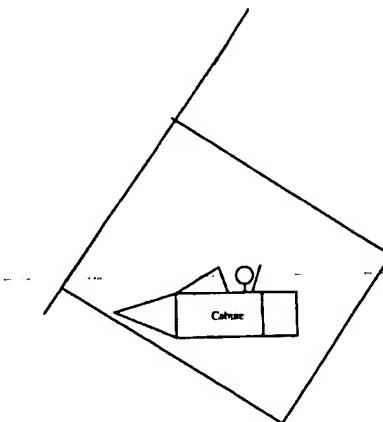
Il s'agit d'un dispositif de restitution visuelle pour fournir un environnement visuel artificiel de simulateur de vol et plus particulièrement pour hélicoptère.

Dispositif à base d'une structure à angles droits, disposée de façon particulière, et permettant à un observateur d'avoir presque tout son champ visuel pris dans les images. A partir du principe de rétro projection, l'observateur, placé en oeil théorique, est situé quelque part à "l'intérieur" de ce volume et voit chacune des 3 faces sous des champs horizontaux et verticaux qui forment des pyramides de vision. Il est donc immergé dans l'action.

L'idée peut être utilisée pour tous les systèmes de simulation ayant besoin de restituer l'environnement visuel.

- 1) - Remplacement d'un site sphère
- 2) - Toute forme de restitution visuelle à partir de 3 fenêtres pour divers simulateurs :

- d'avions, de voitures, de bateaux, ludiques tels que : - ski / luge / tir, etc.



La présente invention se rapporte à un système de
5 restitution de l'environnement visuel pour simulateur.
Application au simulateur de vol.

L'objectif des simulateurs de vol est de restituer un
environnement le plus réaliste possible, dans lequel
10 l'utilisateur se sente « immerger ». Pour cela il faut que
les surfaces des images soient les plus grandes possibles
pour que la pyramide de vision ait des champs instantanés
supérieurs aux caractéristiques visuelles de l'oeil, c'est-à-
dire que la vision périphérique de l'observateur soit engagée
15 dans la perception visuelle.

Le moyen le plus répandu actuellement est l'utilisation
d'une sphère sur laquelle sont projetées des images
synthétisées et/ou préenregistrées, et dans les environs du
centre de laquelle est disposée une cabine dans laquelle
20 prend place l'utilisateur. Les images sont projetées par
plusieurs dispositifs de projection.

Ces dispositifs présentent cependant certains
inconvénients. Ils sont très encombrants puisque le diamètre
de la sphère peut atteindre 8 à 10 mètres et ils sont très
25 coûteux à livrer, à monter, à peindre, à aménager. Les études
amonts d'implantation physique des projecteurs, de calcul et
de correction d'image sont délicates. L'étude d'une nouvelle
structure est donc assez lourde. Par ailleurs, par
construction, une sphère dont on éclaire un point, réfléchit
30 la lumière par son écran (la peau de la sphère peinte diffuse
et réfléchit à l'infini) et ré-émet cette lumière qui éclaire
la sphère (donc détruit l'image) dès que les surfaces images
sont un peu grandes. Pour être performante, il nécessite plus
de trois canaux d'imageries (fenêtres).

35

Le brevet WO 98/01841 propose, pour remédier aux
problèmes de coûts élevés d'étude et de montage d'une sphère
ainsi qu'aux difficultés importantes d'harmonisation des

nombreux canaux d'imagerie, un simulateur de vol comprenant une pluralité d'écrans frontal, latéraux et supérieur. Les écrans, plats, sont arrangés entre eux de telle manière qu'ils s'inscrivent dans une sphère imaginaire. Celle-ci est 5 centrée sur l'oeil théorique où est placé l'observateur. Les écrans latéraux sont trapézoïdaux et non orthogonaux à l'écran de fond.

Une telle réalisation présente toutefois l'inconvénient 10 d'utiliser au moins quatre écrans et au moins autant de canaux d'imagerie. L'harmonisation des images est donc délicate et le coût de fabrication demeure élevé.

Lacunes des techniques existantes

Il est possible de résumer, en partant de l'exemple sphère qui est la solution qui se rapproche le plus de l'usage grand champ, par :

- 1) coût très élevé d'acquisition des structures,
- 2) nombre de canaux minimum de 4 à 6 à résolution identique,
- 3) coût très élevé des systèmes de projection,
- 4) grande complexité d'un système complet,
- 5) difficulté importante d'harmonisation et d'obtention d'un contraste correct.
- 6) maintenabilité difficile et uniquement par des spécialistes.

Lacune 1

Une sphère de 8 m de diamètre, livrée, montée, peinte, aménagée (électricité, climatisation, passerelles) avec les structures porteuses des projecteurs, les portes et prête à recevoir une cabine de simulation \approx 2,5 MF.

Lacune 2

Pour couvrir un champ horizontal de $\pm 100^\circ$ et un champ vertical de $\pm 60^\circ$ avec une résolution de 5' d'arc, il faut 6 canaux d'imagerie de haute définition. Avec 3 canaux seulement les champs vertical et horizontal sont impossibles à atteindre ou la résolution beaucoup trop faible (en dessous de la valeur minimum acceptable).

Lacune 3

Les performances nécessaires aux projecteurs pour restituer correctement les images en sphère sont beaucoup plus sévères que pour la technique de rétro projection. Le coefficient de "technicité" est compris entre 2,5 et 6 pour le matériel qui doit être professionnel très haut de gamme.

Lacune 4

Les études amonts d'implantation physique des projecteurs, de calcul et de correction d'image sont délicates et longues. L'étude d'une nouvelle structure est assez lourde.

Lacune 5

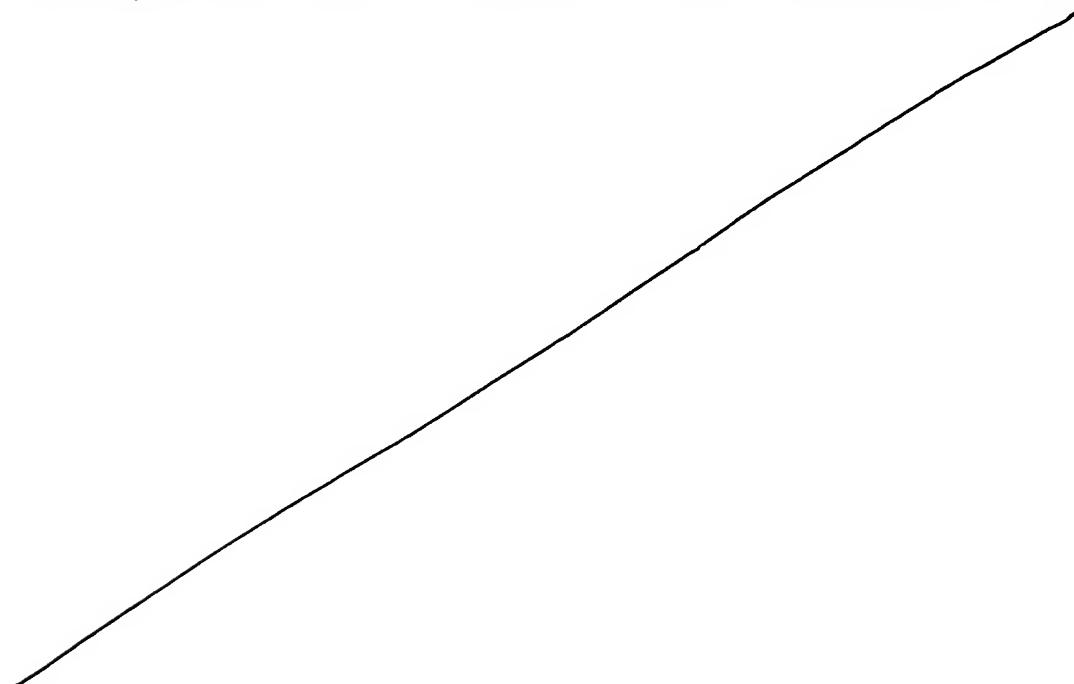
L'harmonisation qui consiste à ce qu'un élément d'une image soit vu exactement sous les bons angles d'Euler par l'observateur et cohérent de ses instruments (notamment viseur tête haute en aéronautique) ou avec la réalité, pose en général problème en tant que réalisation des moyens de mire, qu'écriture des procédures et mise au point (réglage). Par ailleurs, par construction, une sphère dont on éclaire un point, réfléchie la lumière par son écran (la peau de la sphère peinte diffuse et réfléchie à l'infini) et ré-émet cette lumière qui "allume" la sphère (donc qui détruit l'image) dès que les surfaces images sont un peu grandes. Ce point connu comme le phénomène d'intégration sphérique est intrinsèque aux moyens de projection directe (salle de cinéma ou simulateur).

15 Le but de l'invention est de remédier à tous ces défauts en proposant une solution plus simple, de conception et de mise en oeuvre aisée, qui offre par construction une immersion visuelle réelle très satisfaisante afin d'aboutir à un rapport qualité/coût remarquable.

20 La présente invention respecte les positions et grandeurs de tous les éléments des images telles qu'elles sont dans la réalité. L'observateur a donc la restitution du monde extérieur sous les bons angles.

25 Le système de restitution visuelle à grands champs horizontaux et verticaux conforme à l'invention comprend une pluralité d'écrans plats associés deux à deux en dièdres caractérisé en ce que lesdits dièdres sont droits et sont non orthogonaux au trièdre de référence de l'oeil théorique.

30 Le système de restitution visuelle selon l'invention comporte au moins trois écrans et est complètement opérationnel à partir de trois écrans, chacun étant associé à un dispositif de production d'images. Les écrans ont une 35 forme polygonale. Dans une configuration à trois écrans, celui du milieu peut être carré et les deux autres rectangulaires. Mais la version la plus satisfaisante est



constituée d'une face frontale rectangle de format 5/4 ou 4/3 et les deux faces latérales de même format, soit 5/4 ou 4/3.

La description suivante se réfère aux dessins annexés 5 qui représentent, sans aucun caractère limitatif, un exemple de réalisation à trois écrans d'un système de restitution visuelle à grands champs horizontaux et verticaux conforme à l'invention.

La figure 1a représente le cube originel à trois faces 10 dont la déformation permet d'obtenir la configuration à 3 écrans, la figure 1b étant une variante,

La figure 2 est une vue du cube en cours de déformation,

La figure 3 est une vue en perspective de la disposition des écrans,

15 Les figures 4a, 4b, 4c représentent la trace possible d'un plan horizontal sur les écrans,

La figure 5 est une vue de côté des écrans 11 et 12 avec la cabine et l'utilisateur,

20 Les figures 6a et 6b représentent les dispositions des projecteurs,

La figure 7 est une vue en section de l'assemblage des écrans par biseau,

La figure 8 est l'épure de visibilité.

25 En référence aux figures annexées on voit un système de restitution visuelle à grands champs horizontaux et verticaux opérationnel à partir de seulement 3 écrans plats disposés d'une façon particulière dans l'espace. L'architecture des écrans va être décrite en procédant par étape.

30 Selon la figure 1a, considérons un cube 10 de seulement 3 faces (la face 11 du fond, la face 12 côté droit, la face 13 du dessous), dont chaque face a pour dimension, à titre d'exemple, 4 x 4 m. Les faces 11 et 12, d'une part, et les 35 faces 11 et 13, d'autre part, forment ainsi deux dièdres droits respectivement d'arête 14 et 15, les deux autres arêtes de la face 11 non communes aux faces 12 et 13 étant sécantes au point A. Déplaçons par translation les faces 12

et 13, comme indiqué sur la figure 2, respectivement le long des arêtes 14 et 15.

Considérons ensuite un plan horizontal 16 virtuel portant un référentiel 23 d'axe X, Y, Z et dont l'origine 0 est l'œil théorique 24 (position dans l'espace où se situe l'observateur qui utiliserait un seul œil - œil cyclope). Considérons que le cube 10 est situé à une hauteur $z < 4$ m ; il intercepte donc le plan 16. Les arêtes 14 et 15 sont alors parallèles ou orthogonales aux trois axes.

10 A partir de la figure 2, faisons tourner le cube 10 d'un angle $\varphi = 45^\circ$ autour d'un axe colinéaire à l'axe X du référentiel 23, puis faisons tourner le cube 10 par exemple d'un angle $\theta = 36^\circ$ (valeur de l'application) autour d'un axe colinéaire à l'axe Y du référentiel 23. Déplaçons le cube 10 15 par rapport au référentiel 23 de manière à ce que l'origine 0 du référentiel se situe dans le cube 10 avec à sa verticale le point A. Cette configuration est représentée sur la figure 3. Les arêtes 14 et 15 ne sont désormais plus parallèles ou orthogonales aux trois axes du référentiel (23).

20 Les figures 4a, 4b et 4c représentent la trace 17 de l'intersection du plan 16 avec le cube 10 vue de l'intérieur du cube 10 par l'œil théorique.

25 L'usage de ce dispositif en simulation implique toujours la présence d'un observateur 18. Pour un simulateur d'aéronef par exemple, celui-ci est assis dans un simulacre de cockpit 19. La structure porteuse générant une ombre pour l'observateur, il n'y a pas besoin d'image sous le cockpit et en dehors de la zone de visibilité (épure de visibilité). 30 Pour cette raison les faces 12 et 13 peuvent être translatées le long des arêtes 14 et 15 et ainsi libérer un espace 20 pour le support physique du cockpit 19, tout en réglant au mieux la vision latérale basse. La figure 5 représente l'utilisateur 18 assis dans un cockpit 19, ce dernier étant 35 situé dans l'espace 20.

Comme indiqué sur la figure 6a, le système retenu de projection consiste à lier physiquement un projecteur 21 à un

écran (11, 12, 13). On doit placer le projecteur derrière l'écran. Si la place est limitée, on peut utiliser un miroir 22, tel que représenté sur la figure 6b, qui dévie le faisceau et raccourci donc la distance à l'écran.

5

Les surfaces planes que forment les écrans doivent être parfaitement raccordées aux surfaces contiguës. Pour ce faire, le biseau 25, tel que représenté figure 7, sera avantageusement choisi. L'objectif est de rendre le moins 10 visible possible la jonction entre écrans pour que l'œil n'est rien sur lequel s'accrocher. L'œil doit être pris par le contenu (l'image) et non par le contenant (le support). Le biseau permet un lien physique plus fort que le bord à bord et est moins sensible aux sources de lumières parasites.

15

La figure 8 permet de constater l'avantage apporté par cette disposition d'écran. Deux épures de visibilité sont représentées pour 3 fenêtres de même surface, l'une 26 concernant une sphère, l'autre 27 concernant le nouveau 20 concept (partie gauche symétrique de la partie droite).

L'œil théorique est ici placé à un point « quelconque » déterminé approximativement donc non optimisé. Les valeurs calculées à partir de ce choix sont dans le tableau de la figure 8. Le graphe de l'épure montre immédiatement tout 25 l'intérêt de la mise en application de ce nouveau principe. L'angle Ψ figurant dans la première ligne du tableau représente le balayage horizontal correspondant à une rotation autour de l'axe z. L'angle θ figurant dans les 30 seconde et troisième lignes représente le balayage vertical . correspondant à la rotation autour de l'axe y en fonction d'une rotation d'angle ..

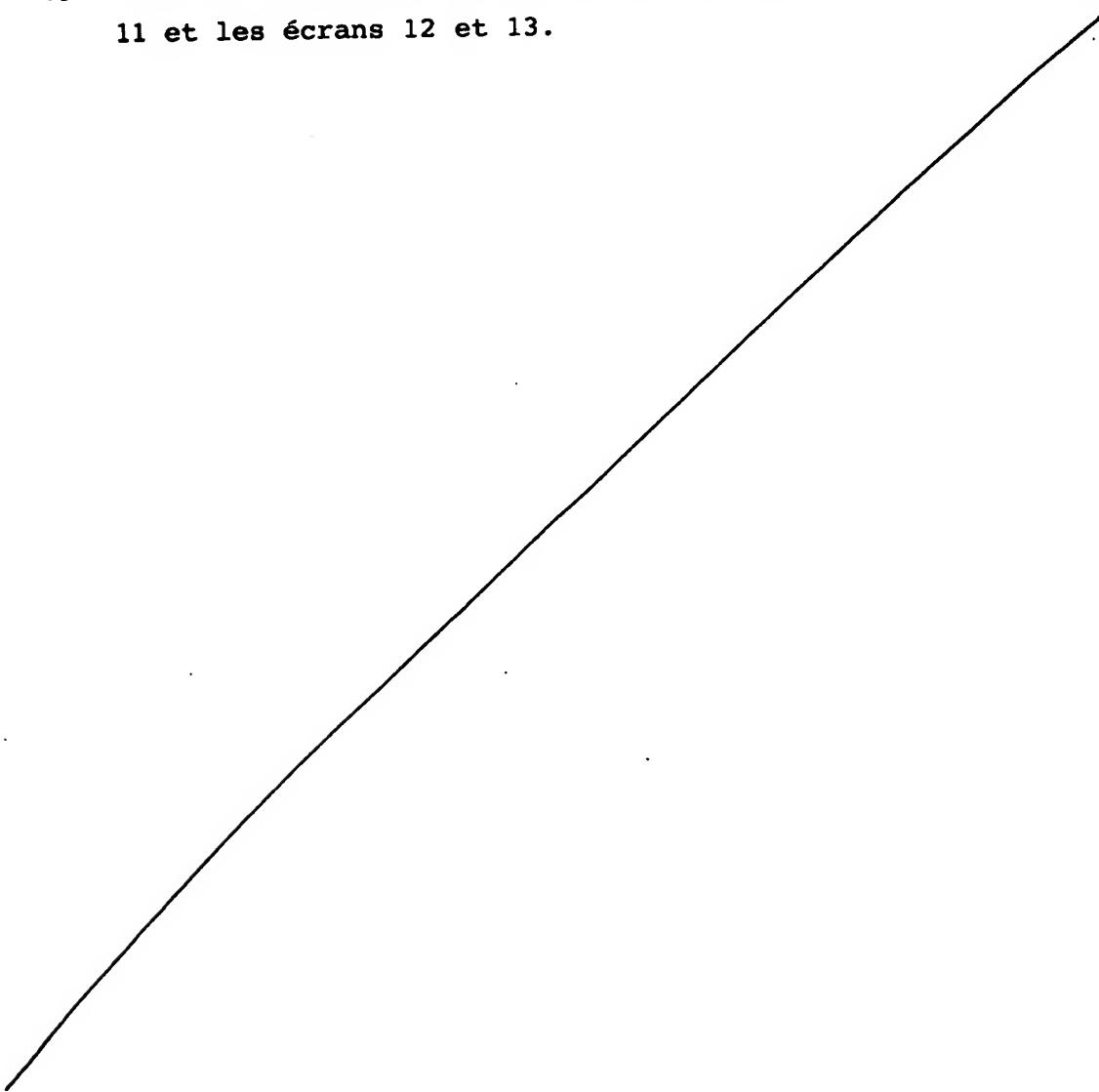
L'usage de ce nouveau dispositif ne se limite pas à un simulateur d'aéronef mais peut être exploité dans la 35 simulation de conduite automobile, navale et même à des fins ludiques telles que pour un stand de tir ou des parcours à ski ou en luge. Une autre application consiste à rendre asymétrique l'épure de visibilité par légère rotation de

l'ensemble autour d'un axe à définir. De la sorte, on peut privilégier la partie gauche ou droite de la restitution visuelle pour des applications particulières telles que l'appontage sur un porte-avions, le largage pour le transport militaire, qui tous deux se font toujours du même côté.

La présente invention permet également d'incruster dans l'image frontale une symbologie de type tête haute qui se situe généralement autour du plan horizontal.

10

Selon une variante non représentée du dispositif, on peut ajouter 1 ou 2 faces et/ou travailler avec des surfaces non rectangles. Il est notamment possible de travailler avec un écran 11 non pas de forme carrée mais polygonale, en 15 comblant les vides situés entre les arêtes libres de l'écran 11 et les écrans 12 et 13.

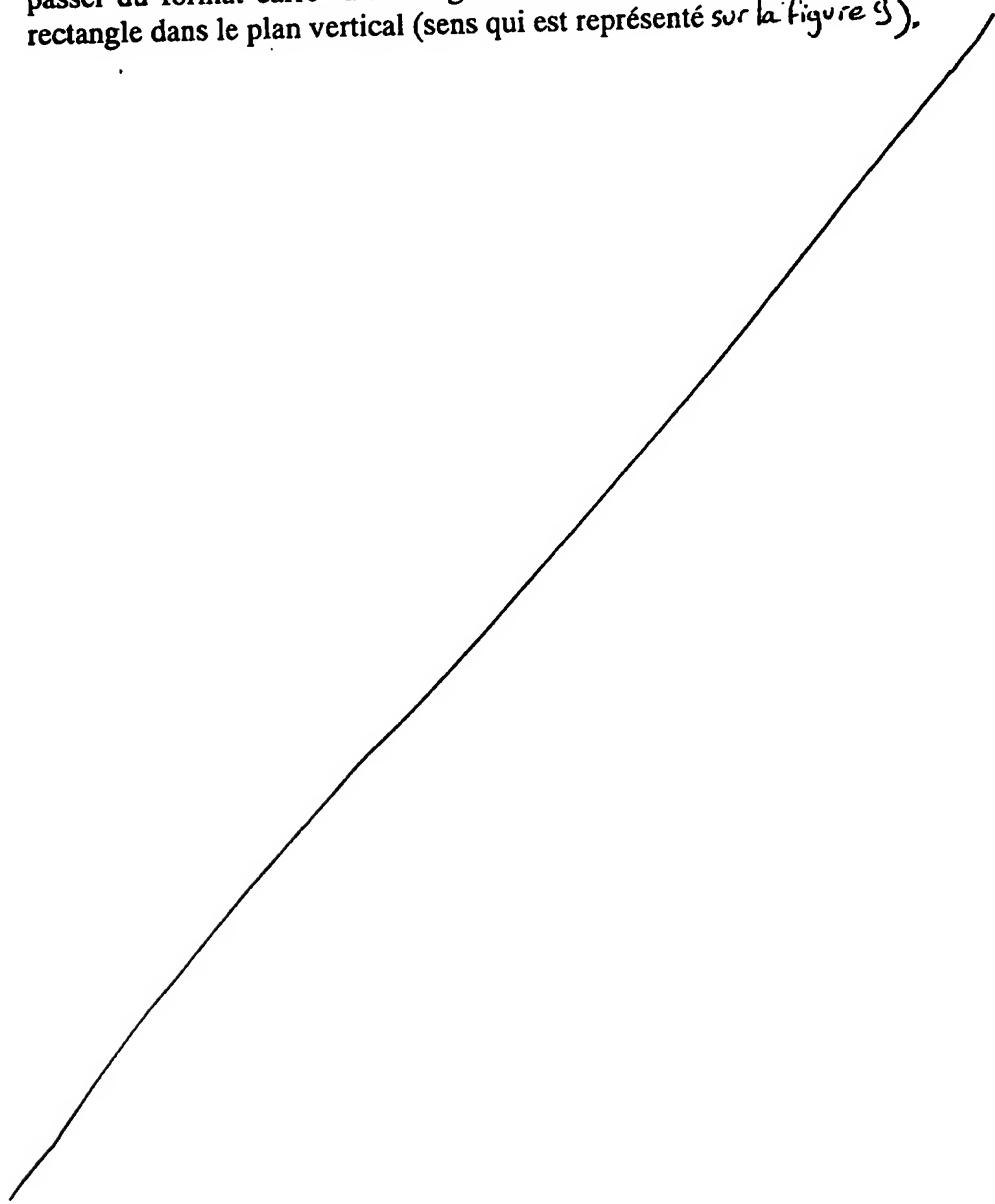


Développé des faces

Le développé des 3 faces, avec une variante décrite ci-dessous, est intéressante sur le plan géométrique. En effet, toute la simplicité de la construction peut apparaître et faire comprendre les liens géométriques entre le plan horizontal et les 3 faces.

Sur la figure 8, il est possible de manière graphique, d'y retrouver presque toutes les valeurs angulaires à partir de la seule connaissance des distances de l'œil théorique aux faces.

Est porté sur cette vue à plat, une variante en pointillée sur la face frontale pour passer du format carré à rectangle dans le sens horizontal. Il peut être, bien sûr, rectangle dans le plan vertical (sens qui est représenté sur la figure 3).



Variantes

La variante classique, consiste à ajouter 1 ou 2 faces et, ou, travailler avec des surfaces non rectangles.

Autre possibilité, rendre asymétrique l'épure de visibilité par légère rotation de l'ensemble autour d'un axe à définir. De la sorte on peut privilégier la partie gauche ou droite de la restitution visuelle pour des applications particulière telles que l'appontage sur un porte-avions, le largage pour le transport militaire, qui tout deux se font toujours du même côté.

Le rajout d'une ou deux faces (suivant le principe de dièdre droit) est possible, mais cela revient à construire un cube ou une boîte à 4 ou 5 faces posée à plat. L'intérêt s'en trouve réduit d'autant.

Une variante de détail pleinement satisfaisante est de dire que la face frontale n'est pas de format carré mais polygonal dans le cas général et de même format que les faces latérales en particulier. Cela ne change rien pour les machines de génération d'image. Seuls les calculs des champs associés sont à reprendre. De la sorte, l'épure de visibilité se dissymétrise² et augmente de façon significative le champ vertical haut entre 0° et ~ 75° de gisement (voir la variante sur l'annexe-1), *figur. 9*

Cette variante doit être incluse dans la première version de ce concept, vu l'avantage en terme de champs, très adaptée aux sources d'images synthétiques et d'investissement dérisoire. En outre la complexité en est inchangée.

Applications envisagées

- 1) - Remplacement d'un site sphère
- 2) - Création d'un site de restitution visuelle grands champs à bas coût
- 3) - Site expérimental de restitution visuelle pour :
 - viseur de casque,
 - démonstrateur de Base De Données,
 - Hostile Equipier Piloté haut de gamme.
- 4) - Toute forme de restitution visuelle à partir de 3 fenêtres pour divers simulateurs :
 - d'avions,
 - de voitures,
 - de bateaux, etc.
- 4) - Toute forme de restitution visuelle de 3 fenêtres pour divers simulateurs ludiques réels ou virtuels :
 - ski / luge / tir, etc.

² Ce qui oblige à choisir un côté à privilégier.

- parcours immersif,
- Home cinéma numérique, etc.

4) - Toute forme de restitution visuelle de 3 fenêtres pour usage professionnel ou institutionnel:

- cabinet d'architecte,
- urbaniste, service technique régionaux, etc,
- instituts, universités, etc,
- parc d'exposition : de la Villette, etc

L'ensemble peut aussi être réalisé à une échelle différente de 1. Exemple : 1,5 ou 0,8 ou 0,5 voir 0,3 ce qui permet de mettre la tête confortablement dans la "boîte".

On peut même envisager une échelle à 0,2 soit 0,8 x 0,8 m et 0,8 x 1 m et remplacer la rétro projection par de la collimation. On obtient ainsi un système plus cher mais très haut de gamme avec seulement 3 fenêtres de visualisation. Associé au concept de "glass-cockpit" c'est particulièrement bien adapté à la réalité virtuelle.

Adaptation spécifique

Dans le cas d'un environnement visuel pour une activité ludique telle que le kayak ou rafting par exemple, il n'y a pas besoin d'image vers le haut (zone zénithale), on peut donc avec le même concept mettre un angle θ (.) nul au dispositif.

Si le dispositif est employé comme simulateur d'entraînement de parachutiste, alors la vision zénithale est indispensable pour "s'y croire". Il faut le redresser jusqu'à la verticale ($\theta = 90^\circ$), ne plus décaler les faces rouge et bleue (elles restent jointives), et probablement utiliser des faces de format 16/9, pour privilégier le défilement vertical et tenir compte des sources filmées en TVHD.

Permet une vue
Epure de visibilité comparée pour 3 fenêtres de même surface dans une sphère et avec ce nouveau concept (partie gauche symétrique de la partie droite).

L'œil théorique est ici placé à un point "quelconque" déterminé approximativement donc non optimisé. Les valeurs calculées à partir de ce choix sont dans le tableau ci-dessous. Le graphe de l'épure montre immédiatement tout l'intérêt de la mise en application de ce nouveau principe.

Bien que la représentation cartésienne ne soit pas la meilleure (une projection de Hammer qui conserve les angles est meilleure), elle permet néanmoins une comparaison.

Ψ	0	10	20	30	40	50	60	70	77	80	90	100	110	119,8
$+\theta$	90,5	90,45	90,44	90,4	90,4	90,4	24,4	28,52	30,75	29,22	23,9	17,06	9,51	0
$-\theta$	13,75	7,15	47,33	62,9	70,12	74,5	76,5	77,8	78,52	78,73	79,16	79,25	79,03	0

Fig 1a le cube
Fig 1b cube haut
Fig 2 cube avec faces déplacées
5 Fig 3 perspective des écrans haut
Fig 4a 4b 4c traces du plan horizontal sur les écrans
Fig 5 fig haut avec utilisateur dans la cabine
Fig 6a 6b vues de dessus et côté du projecteur
Fig 7 biseau
10 Fig 8 ~~épure de visibilité~~ *développé des 3 faces*
élément 10 cube *figue 9 épure de visibilité*
élément 11 face blanche
élément 12 face rouge
élément 13 face bleue
15 élément 14 arête entre faces blanche et rouge
élément 15 arête entre faces blanche et bleue
élément 16 plan horizontal
élément 17 trace du plan horizontal sur écrans
élément 18 utilisateur
20 élément 19 cabine
élément 20 espace pour loger la cabine
élément 21 projecteur
élément 22 miroir
élément 23 trièdre de référence
25 élément 24 œil théorique
élément 25 plan horizontal
élément 26 plan verticaux
élément 27 surfaces images en sphère

30

Fin de document

REVENDICATIONS

5 1. Dispositif de restitution visuelle comprenant une pluralité d'écrans (11, 12, 13) plats associés deux à deux en dièdres caractérisé en ce que lesdits dièdres sont droits et que l'arête (14, 15) de chacun est ni orthogonale ni parallèle à chacun des axes du trièdre de référence (23) de 10 l'œil théorique (24).

2. Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend au moins trois écrans (11, 12, 13).

3. Dispositif de restitution visuelle selon la 15 revendication 2 caractérisé en ce que chaque écran est associé à au moins un dispositif de production d'images (21).

4. Dispositif de restitution visuelle selon la revendication 3 caractérisé en ce que deux écrans contigus sont raccordés par un biseau (25).

20 5. Dispositif de restitution visuelle selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que les écrans sont des polygones de format précis.

115

2807527

FIG. 1a

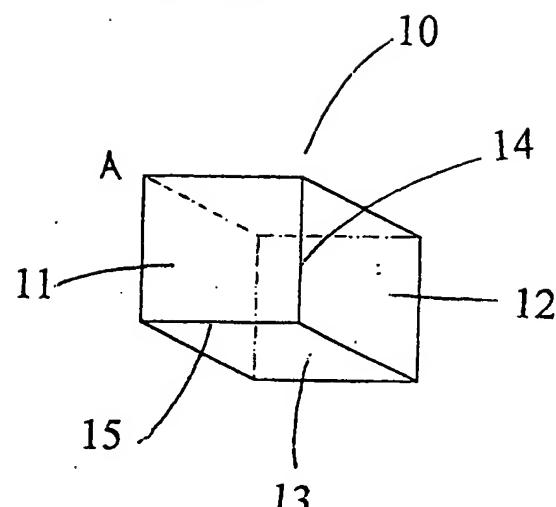


FIG. 1b

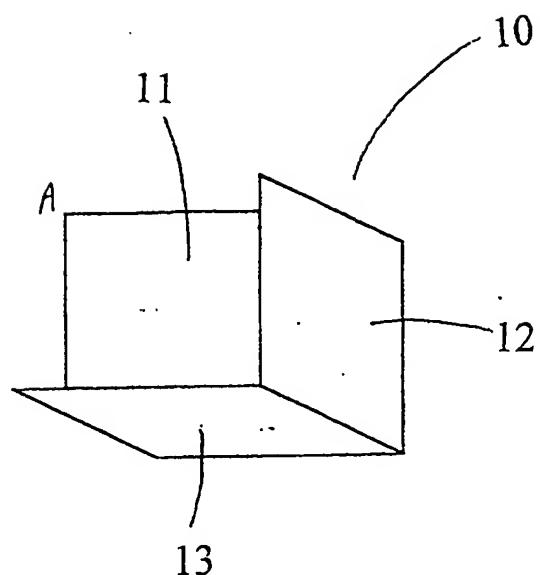


FIG. 2

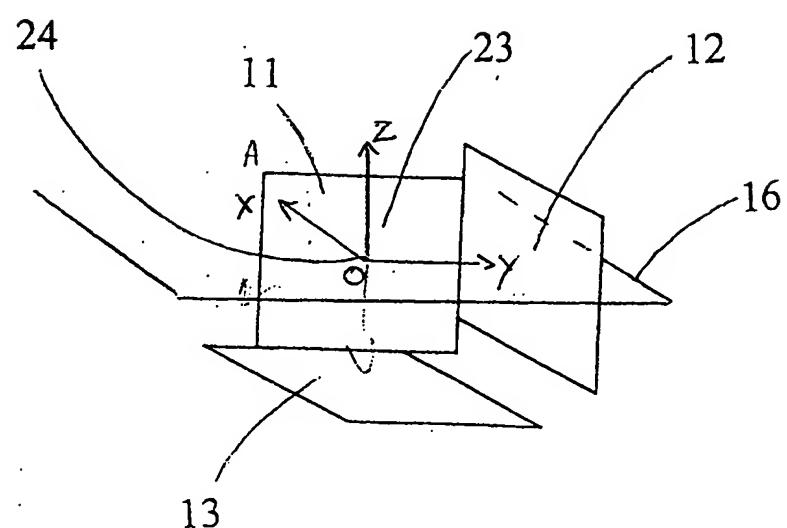


FIG. 3 2/5

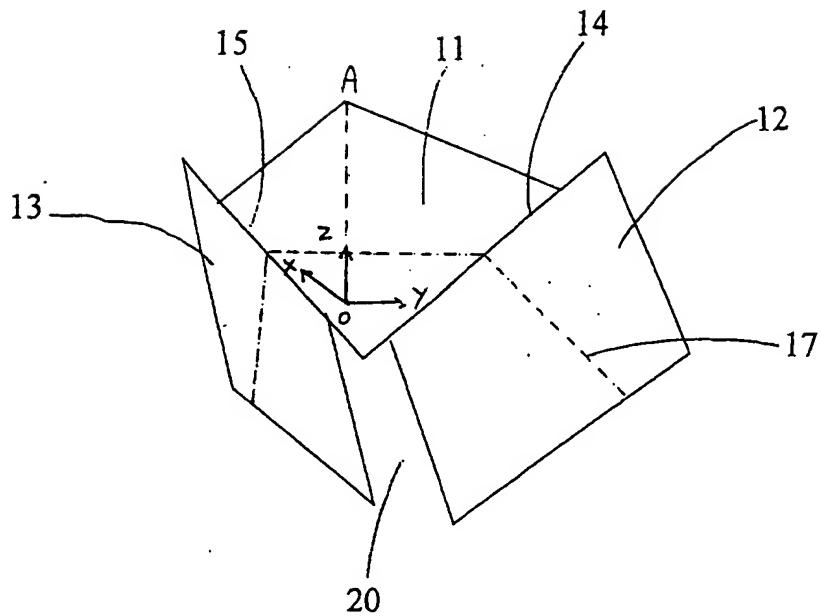


FIG. 4a

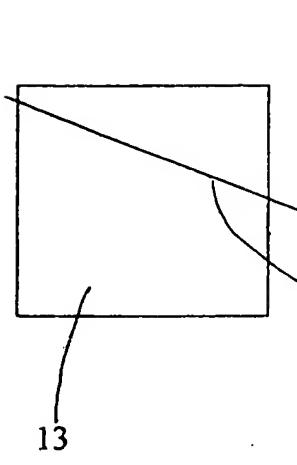


FIG. 4b

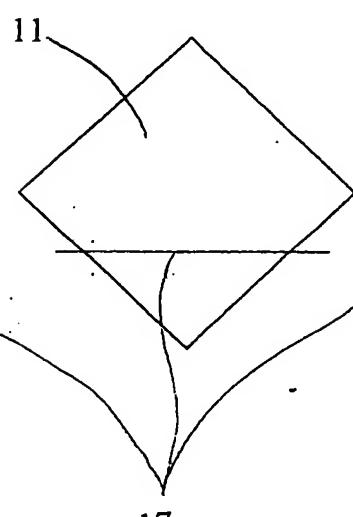


FIG. 4c

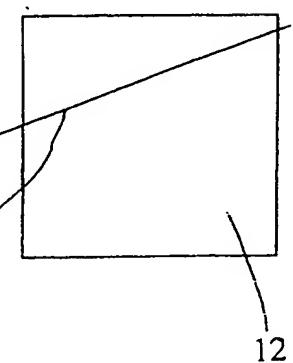


FIG. 5 315

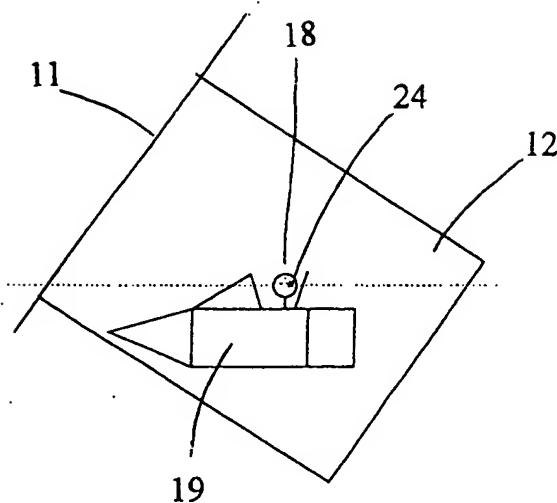


FIG. 6b

FIG. 6a

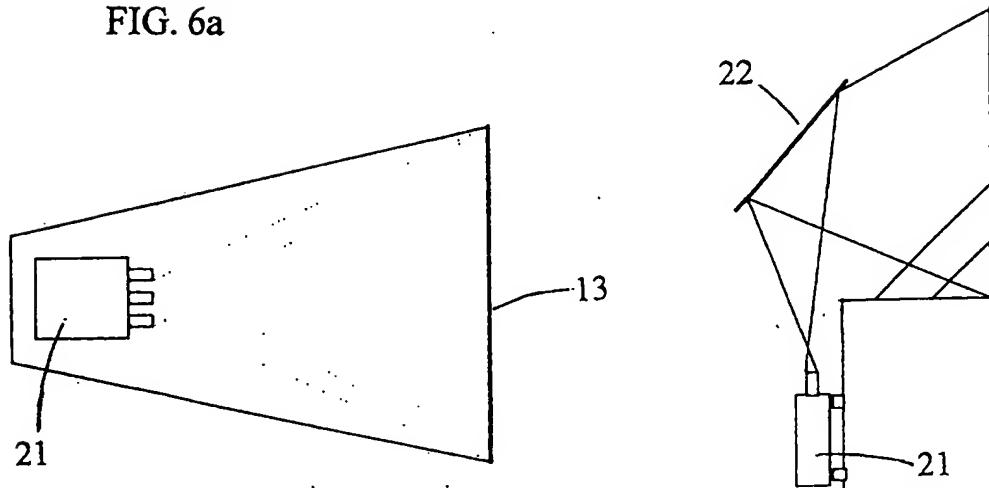


FIG. 7

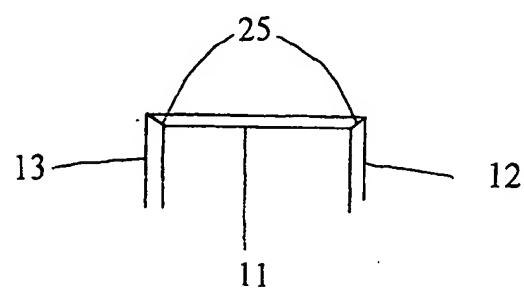
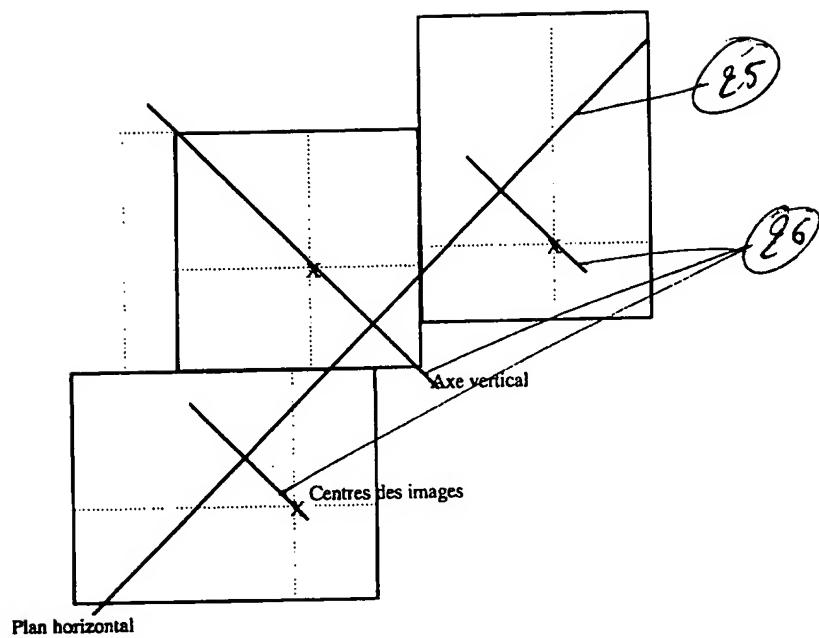


FIG. 8



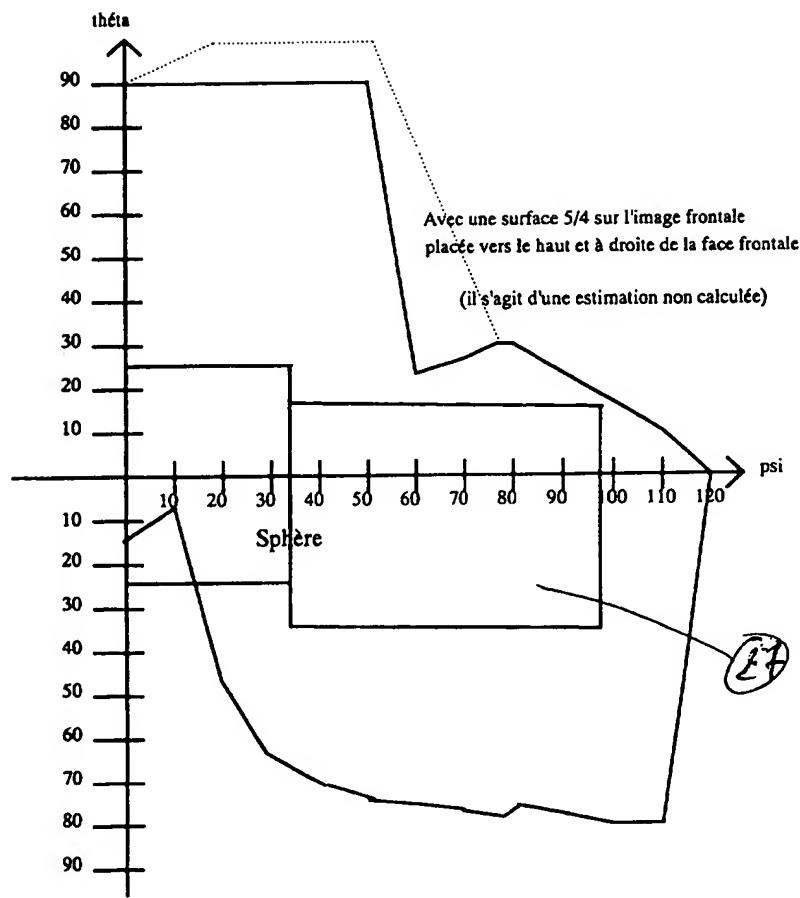


FIG. 9

RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE
N° d'enregistrement
nationalFA 584733
FR 0004450établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 137 450 A (THOMAS MELVIN L) 11 août 1992 (1992-08-11) * abrégé; figures 1,2 *	1-5	G03B37/04 G09B9/32
A	WO 98 01841 A (MC DONNELL DOUGLAS CORP ;LECHNER ROBERT J (US)) 15 janvier 1998 (1998-01-15) * revendications 1,2; figure 1 *	1-5	
A	EP 0 982 946 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 1 mars 2000 (2000-03-01) * abrégé; figure 1 *	1	
A	EP 0 522 204 A (MCCUTCHEN DAVID) 13 janvier 1993 (1993-01-13) * revendications 1,2; figure 2 *	1	
A	EP 0 714 083 A (HUGHES TRAINING INC) 29 mai 1996 (1996-05-29) * abrégé; figure 1 *	1	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.7)	
		G03B G09B	
1			
		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
		18 décembre 2000	Romeo, V
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrête-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.